

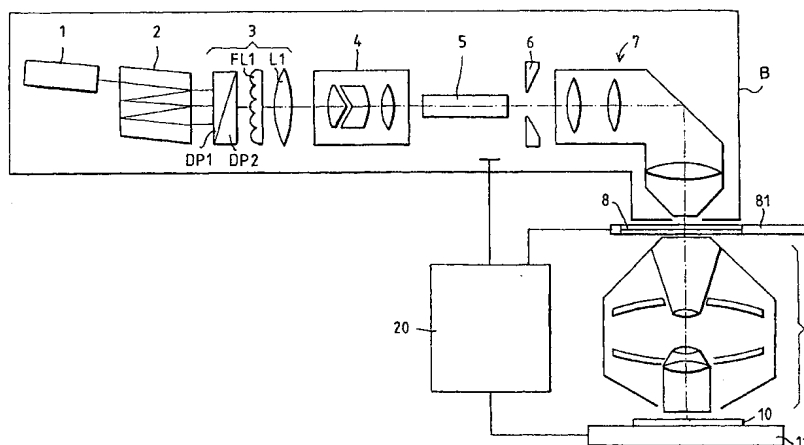
PCT WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
 Internationales Büro
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



| | | |
|--|---------------|--|
| <div>(51) Internationale Patentklassifikation ⁷ : G03F 7/20, G02B 5/30</div> | <div>A1</div> | <div>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/02092</div> <div>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 13. Januar 2000 (13.01.00)</div> |
| <div>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/04212</div> <div>(22) Internationales Anmeldedatum: 17. Juni 1999 (17.06.99)</div> <div>(30) Prioritätsdaten: 198 29 612.6 2. Juli 1998 (02.07.98) DE</div> <div>(71) Anmelder (nur für AT BE CH CY DE DK ES FI FR GR IE IT LU MC NL PT SE): CARL ZEISS [DE/DE]; D-89518 Heidenheim (DE).</div> <div>(71) Anmelder (nur für GB JP KR): CARL-ZEISS-STIFTUNG handelnd als CARL ZEISS [DE/DE]; D-89518 Heidenheim (DE).</div> <div>(72) Erfinder; und</div> <div>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MAUL, Manfred [DE/DE]; Elchweg 29, D-73434 Aalen (DE).</div> | | <div>(81) Bestimmungsstaaten: JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</div> <div>Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht.</div> |

(54) Title: LIGHTING SYSTEM FOR MICROLITHOGRAPHY, COMPRISING A DEPOLARIZER

(54) Bezeichnung: BELEUCHTUNGSSYSTEM DER MIKROLITHOGRAPHIE MIT DEPOLARISATOR



(57) Abstract

The invention relates to a lighting system for microlithography, comprising an excimer laser (1) with an emission wavelength, a beam expanding system (2), a light mixer system (5) and an illumination plane. In said system an optical element (DP) made of a double refracting material is arranged in a light beam cross-section (for example a Hanle depolarizer) and the thickness of said element varies across the light beam cross-section by a multiple of the emission wavelength. At least one light mixer system (A1, L1, 5) is positioned downstream of the optical element.

(57) Zusammenfassung

Beleuchtungssystem der Mikrolithographie, mit einem Excimer-Laser (1) mit einer Emissionswellenlänge, einem Strahlenaufweitungssystem (2), einem Lichtmischsystem (5) und einer Beleuchtungsebene, wobei ein optisches Element (DP) aus doppelbrechendem Material in einem Lichtbündelquerschnitt angeordnet ist (z.B. Hanle-Depolarisator), dessen Dicke über den Lichtbündelquerschnitt um ein Vielfaches der Emissionswellenlänge variiert und wobei dem optischen Element mindestens ein Lichtmischsystem (A1, L1, 5) nachgeordnet ist.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

| | | | | | | | |
|----|------------------------------|----|-----------------------------------|----|---|----|--------------------------------|
| AL | Albanien | ES | Spanien | LS | Lesotho | SI | Slowenien |
| AM | Armenien | FI | Finnland | LT | Litauen | SK | Slowakei |
| AT | Österreich | FR | Frankreich | LU | Luxemburg | SN | Senegal |
| AU | Australien | GA | Gabun | LV | Lettland | SZ | Swasiland |
| AZ | Aserbaidshan | GB | Vereinigtes Königreich | MC | Monaco | TD | Tschad |
| BA | Bosnien-Herzegowina | GE | Georgien | MD | Republik Moldau | TG | Togo |
| BB | Barbados | GH | Ghana | MG | Madagaskar | TJ | Tadschikistan |
| BE | Belgien | GN | Guinea | MK | Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien | TM | Turkmenistan |
| BF | Burkina Faso | GR | Griechenland | | | TR | Türkei |
| BG | Bulgarien | HU | Ungarn | ML | Mali | TT | Trinidad und Tobago |
| BJ | Benin | IE | Irland | MN | Mongolei | UA | Ukraine |
| BR | Brasilien | IL | Israel | MR | Mauretanien | UG | Uganda |
| BY | Belarus | IS | Island | MW | Malawi | US | Vereinigte Staaten von Amerika |
| CA | Kanada | IT | Italien | MX | Mexiko | UZ | Usbekistan |
| CF | Zentralafrikanische Republik | JP | Japan | NE | Niger | VN | Vietnam |
| CG | Kongo | KE | Kenia | NL | Niederlande | YU | Jugoslawien |
| CH | Schweiz | KG | Kirgisistan | NO | Norwegen | ZW | Zimbabwe |
| CI | Côte d'Ivoire | KP | Demokratische Volksrepublik Korea | NZ | Neuseeland | | |
| CM | Kamerun | | | PL | Polen | | |
| CN | China | KR | Republik Korea | PT | Portugal | | |
| CU | Kuba | KZ | Kasachstan | RO | Rumänien | | |
| CZ | Tschechische Republik | LC | St. Lucia | RU | Russische Föderation | | |
| DE | Deutschland | LI | Liechtenstein | SD | Sudan | | |
| DK | Dänemark | LK | Sri Lanka | SE | Schweden | | |
| EE | Estland | LR | Liberia | SG | Singapur | | |

Beleuchtungssystem der Mikrolithographie mit Depolarisator

Die Erfindung betrifft ein Beleuchtungssystem der Mikrolithographie mit einem Excimer-Laser mit einer Emissionswellenlänge, einem Strahlaufweitungssystem, einem Lichtmischsystem und einer Beleuchtungsebene.

Derartige Beleuchtungssysteme sind in der DUV-Mikrolithographie mit 248 nm, 193 nm und 157 nm Wellenlänge bekannt. Beispiele sind u.a. in EP 0 747 772 A beschrieben.

Daneben betrifft sie eine Projektionsbelichtungsanlage nach dem Oberbegriff des Anspruchs 7.

Vorgesehen ist die Verwendung eines Pseudo-Depolarisators in einem derartigen Beleuchtungssystem. Der Begriff Pseudo-Depolarisator verdeutlicht, daß diese Elemente die Polarisierung nicht wirklich aufheben, sondern nur über den Querschnitt des Lichtbündels unterschiedliche Polarisierungsänderungen bewirken, so daß im räumlichen Mittel keine Vorzugsrichtung der Polarisierung mehr existiert.

Aus der Literatur sind verschiedene Pseudo-Depolarisatoren bekannt:

Der Hanle-Depolarisator, verbunden mit einem Kompensationskeil, wird z.B. von der Firma Bernhard Halle Nachfolger GmbH als optisches Experimentalelement angeboten.

Die DD 281 011 A1 beschreibt einen Depolarisator aus einem linear doppelbrechenden Keil und einem zirkular doppelbrechenden zweiten Keil zur Anwendung im UV-Gebiet für Meßgeräte (Spektrographen).

In Fuyun Xu, SPIE Vol. 1752 (1992), 307-310 sind verschiedene Quarz-Depolarisatoren einschließlich einer Anordnung von zwei Keilen mit gekreuzten optischen Achsen beschrieben.

Maßnahmen zur Überlagerung der bei diesen Elementen entstehenden Polarisationsverteilung - geometrisch nebeneinander alle Polarisationsrichtungen - sind jeweils nicht angegeben, es wird wohl davon ausgegangen, daß bei den Meßgeräten ein flächenhafter Detektor eine Integration bewirkt.

Bei der Mikrolithographie ist die Verwendung von unpolarisiertem Licht vorteilhaft, um eine richtungsunabhängige Strukturübertragung zu erreichen. Bei Mikrolithographiesystemen mit Wellenlängen unter 300 nm werden als Lichtquellen jedoch vorzugsweise linear polarisierte Excimer-Laser eingesetzt. Diese sind für die Wellenlängen 248 nm, 193 nm und 157 nm verfügbar.

Zur Erzeugung von Licht ohne Polarisationsvorzugsrichtung ist die Verwendung einer $\lambda/4$ -Platte bekannt, die zirkular polarisiertes Licht erzeugt. Die Anforderungen an die Verzögerungstoleranz sind dabei sehr eng; beispielsweise verursacht ein Verzögerungsfehler von $\lambda/100$ noch eine Restpolarisation von 6%. Die Herstellung von Verzögerungsplatten mit solch engen Toleranzen ist bei den kurzen Wellenlängen aufwendig und dementsprechend kostspielig. Zudem kann die enge Toleranz nur über einen kleinen Temperaturbereich eingehalten werden.

Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe ist die technisch einfache und kostengünstige Erzeugung von Licht ohne Polarisationsvorzugsrichtung in der Bildebene von Beleuchtungssystemen der Mikrolithographie nach dem Oberbegriff des Anspruches 1, bzw. von Projektionsbelichtungsanlagen nach dem Oberbegriff von Anspruch 7. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Es wird also an Stelle einer Verzögerungsplatte mit sehr engen Toleranzen ein Verzögerungselement mit lokal definiert unter-

schiedlichen Verzögerungen verwendet (Pseudo-Depolarisator) und durch lichtmischende Komponenten der nachfolgenden Optik im ganzen ausgeleuchteten Feld gleichmäßig unpolarisiertes Licht erzeugt. Die Variation der Dicke kann dabei über ein beliebiges, auch nicht ganzzahliges, Vielfaches der Emissionswellenlänge erfolgen. Die Erzeugung von unpolarisiertem Licht hat den weiteren Vorteil gegenüber zirkular polarisiertem Licht, daß im System nachfolgende, unbeabsichtigt polarisationsändernde Komponenten keine Rückwandlung des Polarisationszustands in ungünstiges elliptisch polarisiertes Licht verursachen können. Dies gilt im besonderen wieder bei sehr kurzen Wellenlängen.

Die Unteransprüche 2 bis 6 geben vorteilhafte Weiterbildungen an. Nach den Ansprüchen 2 und 3 ist das depolarisierende Element ein Keil, insbesondere ein Hanle-Depolarisator. Alternativ könnte z.B. auch eine Linse aus doppelbrechendem Material eingesetzt werden. In der Praxis wichtig ist die Maßnahme nach Anspruch 4, womit insbesondere ein Abknicken der optischen Achse und damit Komplikationen im Fassungs Aufbau vermieden werden.

Anspruch 5 ist besonders in Verbindung mit Anspruch 4 optimal, da die refraktive Kompensation mit gesteigerter Depolarisation verbunden wird.

Anspruch 6 sieht zwei Lichtmischsysteme an zwei zueinander optisch konjugierten Ebenen vor und stellt so die Durchmischung und Depolarisation an jeder Stelle im weiteren Strahlengang sicher.

Die erfindungsgemäße Projektionsbelichtungsanlage nach Anspruch 7 hat ein Beleuchtungssystem mit Depolarisator nach einem der vorangehenden Ansprüche. Ansprüche 8 und 9 geben die bevorzugt damit zu kombinierenden Objektivtypen - rein refraktiv bzw. katadioptrisch - an.

Beispiele für diese Objektivtypen finden sich in US 5,260,832, DE 196 39 586 und US 5,691,802.

Näher erläutert wird die Erfindung anhand der Zeichnungen.

Im folgenden zeigen schematisch:

- Figur 1 eine schwach keilförmige Verzögerungsplatte als Depolarisator im Laserstrahl mit nachfolgender Lichtmischung durch eine Vielzahl nebeneinander angeordneter kleiner Linsenelemente;
- Figur 2 eine andere Ausführung des Verzögerungselements als Doppelkeil-Depolarisator;
- Figur 3 einen Einfachkeil-Depolarisator mit nachfolgender Lichtmischung durch zwei, jeweils eine Vielzahl nebeneinander angeordneter kleiner Linsenelemente enthaltende, Lichtmischelemente in zwei optisch konjugierten Ebenen zur Erzeugung von unpolarisiertem Licht an beliebigen Orten im optischen System;
- Figur 4 eine erfindungsgemäße Projektionsbelichtungsanlage.

Zu Figur 1:

Der hier verwendete Pseudo-Depolarisator DP besteht aus einer Quarzplatte oder anderem doppelbrechendem Material und besitzt die Form eines flachen Keils. Der Kristall ist so geschnitten, daß Licht, das den Keil durchdringt, eine doppelbrechende Wirkung erfährt. Die optischen Achsen sind unter 45° zur Polarisationsrichtung des Lichts orientiert.

Das austretende Lichtbündel besitzt dann einen entlang der Keilrichtung sich stetig ändernden Polarisationszustand, der von linear polarisiert über zirkular polarisiert in um 90° gedreht linear polarisiert und entgegengesetzt zirkular polarisiert übergeht, und so weiter. Die lokal unterschiedlichen Polarisationszustände werden durch die

nachfolgende "Fly's eye"-Linse FL1 und die dahinter befindliche Sammellinse L1 in der hinteren Brennebene F' von L1 vollständig überlagert.

Die Steigung des Keils ist vorzugsweise so zu wählen, daß über die Länge des Keils mehrere Ordnungen an optischer Verzögerung erreicht werden. Dann ist die Depolarisationswirkung nur noch gering von der Größe (Durchmesser) des Lichtbündels abhängig. Eine optimale Wirkung wird erreicht, wenn die Größe des Lichtbündels gerade einem Vielfachen der Strecke auf der Keilplatte entspricht, über die sich die Verzögerung um eine Wellenlänge ändert. Das Licht ist in diesem Fall an jedem Ort in der Ebene F' vollständig depolarisiert. Der maximal auftretende Restpolarisationsgrad nimmt mit zunehmender Anzahl von Verzögerungsordnungen rasch ab. Beträgt die Verzögerungsänderung über die Größe des Lichtbündels beispielsweise mehr als 4 Wellenlängen, so ist der maximal vorkommende Restpolarisationsgrad $< 4\%$, unabhängig von der genauen Größe des Lichtbündels.

Ein im Strahlengang auf den Keildepolarisator folgender Keil AK aus geeignetem, optisch homogenem transmittivem Material dient zum Ausgleich der Ablenkung des Lichtbündels durch die Brechung am Keilwinkel des Depolarisators DP. Der Keilwinkel des Ausgleichskeils AK ist so zu wählen, daß unter Berücksichtigung des mittleren Brechungsindexunterschieds beider Materialien die Ablenkung des Depolarisators DP gerade kompensiert wird.

Der Keil ist die einfachste Form eines optischen Elements mit unterschiedlicher Dicke. Andere Formen, z.B. Stufenformen oder Linsenformen, sind jedoch grundsätzlich auch geeignet.

Die gewünschte Depolarisation wird durch die erfindungsgemäß kombinierte Überlagerung der räumlich getrennten unterschiedlichen Polarisationszustände erreicht.

Statt des Einfachkeil-Pseudo-Depolarisators können auch andere Ausführungen von Pseudo-Depolarisatoren eingesetzt werden, wie

sie z.B. aus DD 281 011 A1 oder Fuyun Xu, am angegebenen Ort, bekannt sind. Besonders vorteilhaft ist die Verwendung eines Doppelkeil-Pseudo-Depolarisators. Bei diesem erfolgt im Mittel keine Lichtablenkung durch Brechung und die Anzahl der Verzögerungsordnungen verdoppelt sich.

Figur 2 zeigt schematisch die Orientierung von Lichtrichtung L, Polarisationsrichtung Pol und optischen Achsen n_o , n_e der doppelbrechenden Keilplatten DP1, DP2. Figur 2b zeigt den Strahlengang in Seitenansicht.

Zu Figur 3:

Durch den in Figur 1 bereits geschilderten Teil DK, AK, FL1, L1 wird nur in der hinteren Brennebene F' der Sammellinse L1 optimale Depolarisation erreicht. Durch Einbringen einer zweiten "Fly's-eye"-Linse FL2 in die Ebene F' und eine Sammellinse L2 im Abstand ihrer Brennweite F2 dahinter, lässt sich auch für die zu F' konjugierte Ebene F'' optimale Depolarisation erreichen, und damit auch in jeder anderen Ebene des Systems.

Statt der "Fly's-eye"-Linse FL 1, FL2 und der Sammellinse L1, L2 können auch andere lichtmischende Systeme eingesetzt werden (z.B. Glasstab).

Die "Fly's-eye"-Linsen FL1 und FL2 können als Rasterlinsen oder Wabenlinsen in bekannter Weise diskret aufgebaut werden, vgl. EP 0 401 608 B1 (89022 P), oder auch als Wabenplatten mit Mikrostrukturtechnik, auch als binäre Optik, Fresnel-Array usw. ausgebildet werden. Als Wabenkondensoren sind derartige Bauteile in Beleuchtungssystemen der Mikrolithographie gebräuchlich.

Sinnvoller Ort für den Pseudo-Depolarisator ist sicherlich am Anfang des optischen Systems im kollimierten aber schon aufgeweiteten Laserstrahl, damit alle Komponenten von der Depolarisation profitieren. Es wäre aber auch möglich, den Pseudo-Depolarisator an irgendeine andere Stelle, z.B. vor den

Glasstab zu setzen. Dahinter muß noch eine vollständige Lichtmischung erfolgen.

Figur 4 zeigt dazu ein Beispiel einer erfindungsgemäßen Projektionsbelichtungsanlage.

B ist das Beleuchtungssystem, enthaltend:

- einen Excimer-Laser 1, für 248 nm, 193 nm oder 157 nm, enthaltend in der Regel Mittel zur Einengung der Bandbreite wie Injection-locking, Etalon, Gitter;
- ein Strahlaufweitungssystem, das aus dem schmalen Rechteckquerschnitt eine breitere, quadratische oder optimal runde Form erzeugt, z.B. mit einem zugleich kohärenzreduzierenden Spiegelkasten nach EP 0 401 608 B1 (89022 P) oder einem Teleskopsystem anamorphotischer Bauart, bzw. mit Kombinationen davon;
- ein Pseudo-Depolarisator 3 mit zwei Keilplatten DP1 und DP2, Rasterlinsenplatte FL1 und Sammellinse L1 gemäß obenstehender Beschreibung Figur 1 bis 3;
- optional eine Zoom-Axicon-Gruppe, wie aus EP 0 747 772 A (95023 P) bekannt, zur Einstellung der Beleuchtungsart;
- ein Glasstab 5 als Lichtmischelement, auch in der zu Figur 3 beschriebenen Funktion;
- ein Retikel-Maskier-System (REMA) 6, eine verstellbare Blende zur Festlegung des auf der Maske (Retikel, 8) ausgeleuchteten Bereichs (Scanschlitz oder bei Steppern einzelner Chip oder dergleichen);
- ein REMA-Objektiv 7 (vgl. DE 196 53 983 A (96033 P) welches das Retikel-Maskier-System 6 scharf auf die Maske 8 abbildet und für homogene telezentrische Beleuchtung sorgt;

- bedarfsweise nicht dargestellte Blenden, Verlaufsfilter, diffraktive optische Elemente und dergleichen, im Bereich der Baugruppen 1 bis 7, z.B. zur Einstellung von Quadrupol-Beleuchtung, Uniformity-Korrektur usw..

Weiter enthält die Projektionsbelichtungsanlage:

- die Maske 8 (Retikel) mit der abzubildenden Struktur auf einem Haltesystem 81 zur Positionierung und Verschiebung im Step-and-Repeat oder Scanning-Verfahren;
- das Projektionsobjektiv 9, hier schematisch dargestellt als katadioptrisches Reduktionsobjektiv koaxialer Bauart nach DE 196 39 586 A (96034 P);
- das Objekt (Wafer) 10, das strukturiert belichtet wird, auf einem Objektisch (Wafer-chuck) 11, der ähnlich dem Haltesystem 81 zur genauen Positionierung (Autofokus usw.) und zur Verschiebung in Step-and-Repeat oder Scanning dient.
- Die ganze Anlage wird von einem Rechnersystem 20 in bekannter Weise gesteuert und geregelt, in Anpassung an die Strukturen und Eigenschaften der jeweils abzubildenden Maske 8.

Natürlich kann dieser beispielhafte Aufbau einer Projektionsbelichtungsanlage der Mikrolithographie in vielfältiger Weise abgewandelt werden. Erfindungsgemäßes Kernstück ist immer mindestens ein doppelbrechendes optisches Element mit über den Querschnitt variierender Dicke mit nachgeordnetem Mischelement.

Dabei hat der Hanle-Depolarisator den Vorteil, bei einfacher Form auch sehr kurz in Lichtrichtung zu sein, im Unterschied etwa zum auch brauchbaren Cornu-Depolarisator.

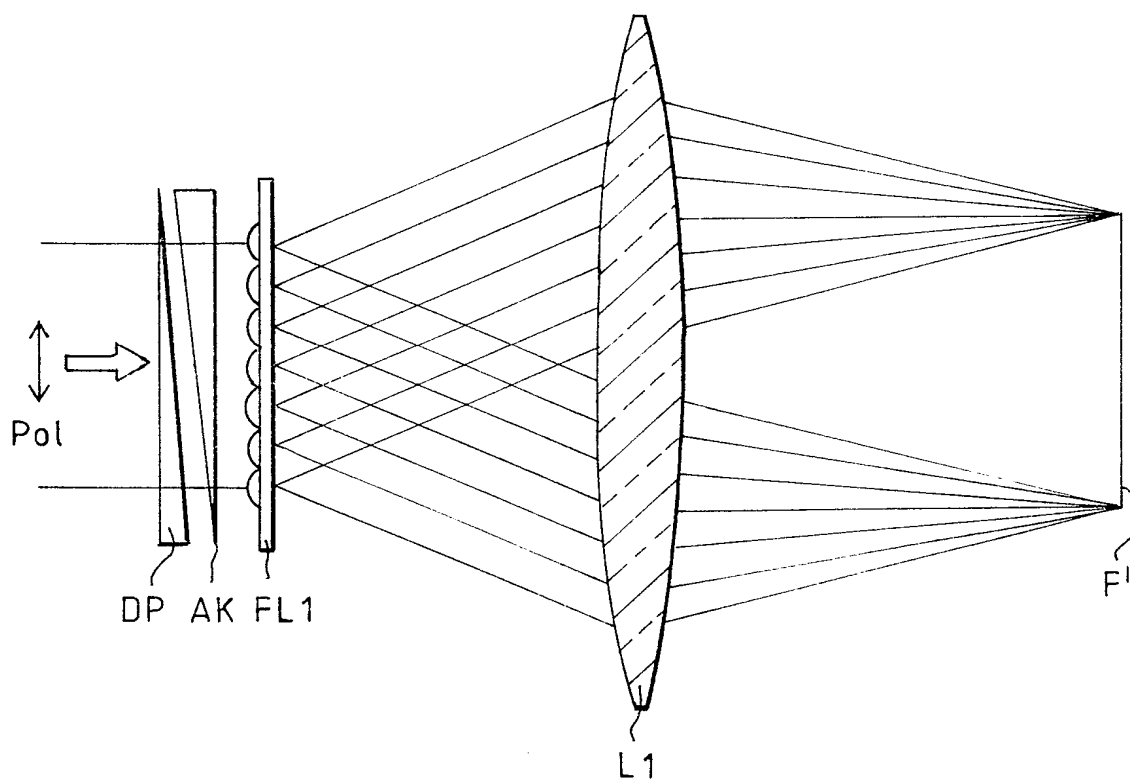
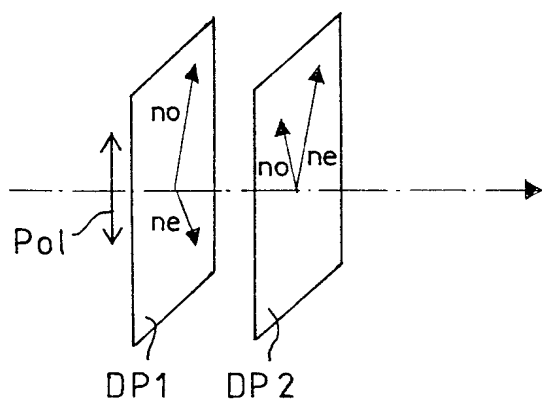
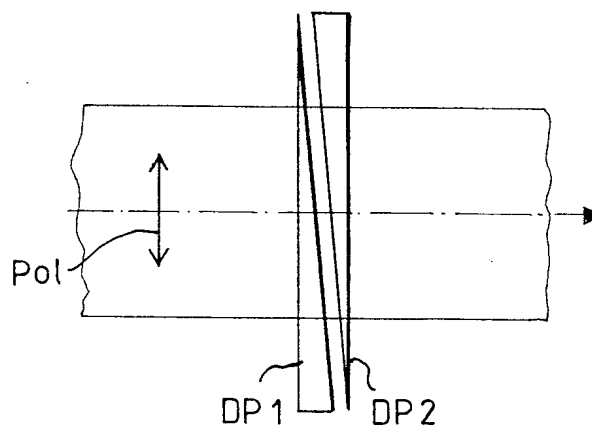
Patentansprüche:

1. Beleuchtungssystem der Mikrolithographie mit
 - einem Excimer-Laser (1) mit einer Emissionswellenlänge
 - einem Strahlaufweitungssystem (2)
 - einem Lichtmischsystem (5)
 - einer Beleuchtungsebenedadurch gekennzeichnet, daß
 - ein optisches Element (DP) aus doppelbrechendem Material in einem Lichtbündelquerschnitt angeordnet ist (z.B. Hanle-Depolarisator),
 - daß dessen Dicke über den Lichtbündelquerschnitt um ein Vielfaches der Emissionswellenlänge variiert
 - und dem optischen Element mindestens ein Lichtmischsystem (A1, L1, 5) nachgeordnet ist.
2. Beleuchtungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das optische Element (DP) ein Keil ist.
3. Beleuchtungssystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das optische Element (DP) ein Hanle-Depolarisator ist.
4. Beleuchtungssystem nach einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, daß ein zweites optisches Element (DP, AK) die mittlere refraktive Wirkung des optischen Elements aus doppelbrechendem Material aufhebt.
5. Beleuchtungssystem nach mindestens einem der Ansprüche 1-4, dadurch gekennzeichnet, daß ein weiteres optisches Element (DP2) aus doppelbrechendem Material mit zirkularer Doppelbrechung oder gegen das erste optische Element (DP1) gedrehter Achse der Doppelbrechung vorgesehen ist.
6. Beleuchtungssystem nach mindestens einem der Ansprüche 1-5, dadurch gekennzeichnet, daß je ein Lichtmischsystem (FL1, L1, FL2, L2, 5) in zwei zueinander konjugierten

Ebenen angeordnet sind, insbesondere in einer zu der Beleuchtungsebene äquivalenten und in einer dazu konjugierten Ebene.

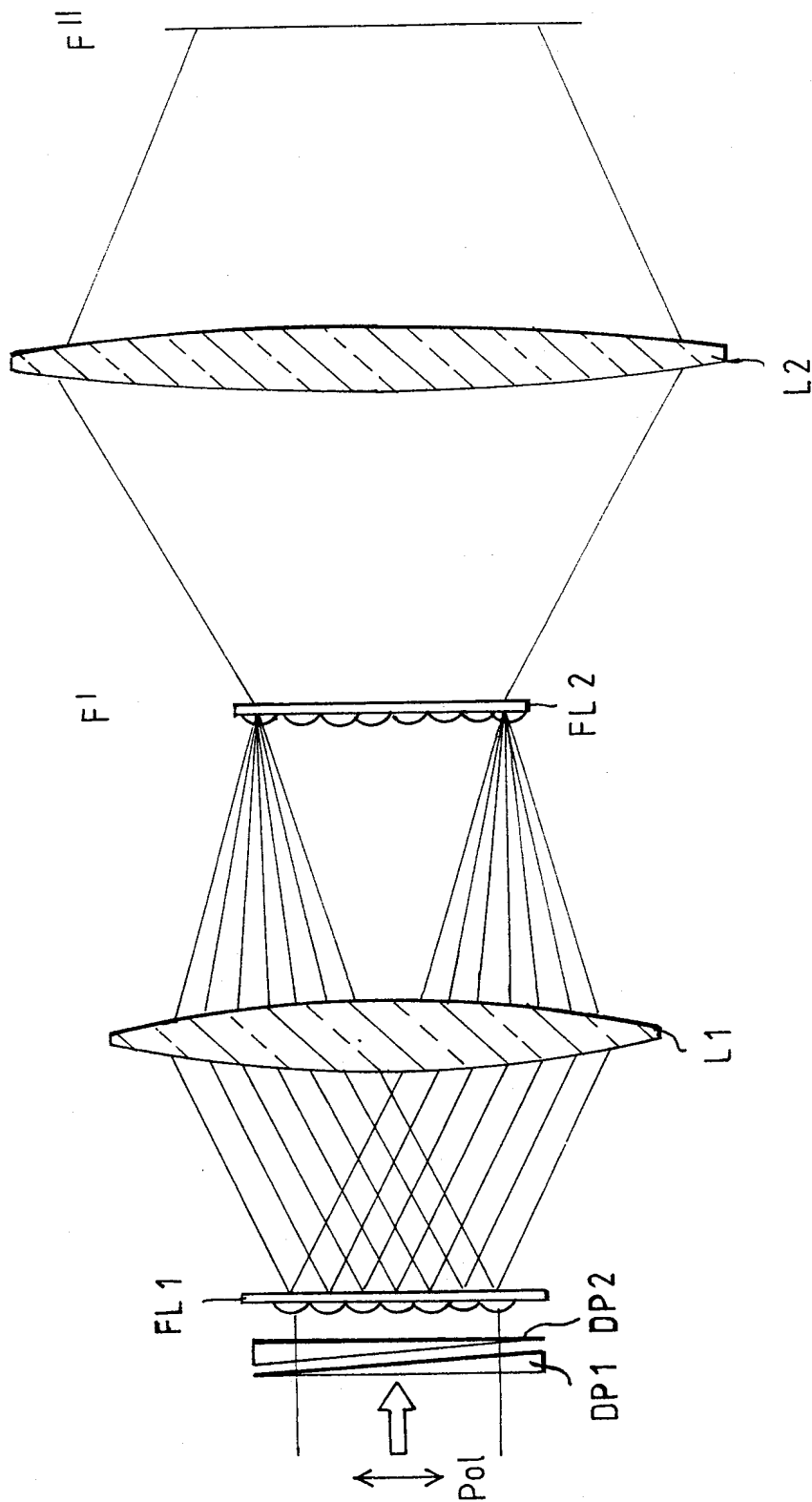
7. Projektionsbelichtungsanlage der Mikrolithographie mit
 - einem Beleuchtungssystem (B)
 - einer Maske (8) auf einem Haltesystem (81)
 - einem Projektionsobjektiv (9)
 - einem Belichtungsobjekt (10) auf einem Trägersystem (11)
 - einem Steuer- und Regelsystem (20)dadurch gekennzeichnet, daß das Beleuchtungssystem (B) nach mindestens einem der Ansprüche 1-6 ausgeführt ist.
8. Projektionsbelichtungsanlage der Mikrolithographie nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Projektionsobjektiv refraktiv ist.
9. Projektionsbelichtungsanlage der Mikrolithographie nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Projektionsobjektiv (9) katadioptrisch ist, insbesondere von achsymmetrischer Bauart mit zentraler Abschattung oder vom Typ des abgewandelten Schupmann-Achromaten.

1/3

FIG. 1FIG. 2aFIG. 2b

2/3

FIG. 3



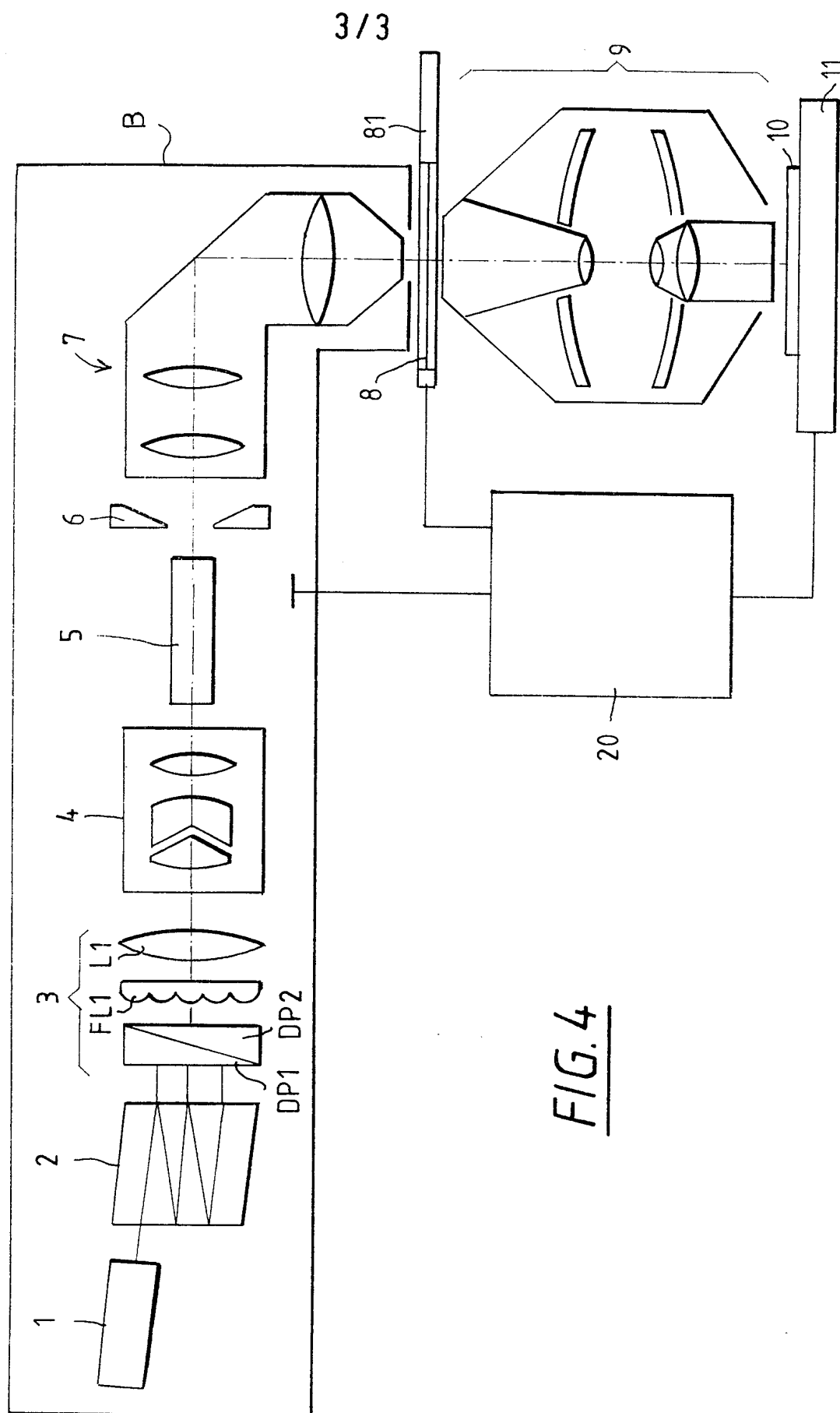


FIG. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 99/04212

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G03F7/20 G02B5/30

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G03F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| A | US 4 370 026 A (DUBROEUCQ GEORGES ET AL) 25 January 1983 (1983-01-25) column 1, line 10 - line 34 column 2, line 44 - line 55 column 3, line 46 - column 5, line 26 column 6, line 44 - line 50 figures 2,6 --- | 1,7 |
| A | EP 0 764 858 A (ZEISS CARL ; ZEISS STIFTUNG (DE)) 26 March 1997 (1997-03-26) column 1, line 3 - line 7 column 4, line 34 - line 49 column 7, line 5 - line 15 figures 1A,5 --- -/-- | 1,7 |

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 September 1999

Date of mailing of the international search report

08/09/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040. Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Heryet, C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 99/04212

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|----------|---|-----------------------|
| A | EP 0 747 772 A (ZEISS CARL) 11 December 1996 (1996-12-11) cited in the application column 2, line 52 -column 3, line 24 figure 1 --- | 1,7 |
| A | DE 196 37 563 A (ZEISS CARL FA) 19 March 1998 (1998-03-19) column 1, line 3 - line 7 column 2, line 34 - line 46 figure 1 --- | 1,7 |
| A | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 221 (E-1540), 20 April 1994 (1994-04-20) -& JP 06 020912 A (NIKON CORP), 28 January 1994 (1994-01-28) abstract; figures ----- | 1,7 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/EP 99/04212

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---------------------|---|--|
| US 4370026 A | 25-01-1983 | FR 2465241 A EP 0025397 A JP 56085724 A | 20-03-1981 18-03-1981 13-07-1981 |
| EP 0764858 A | 26-03-1997 | DE 19535392 A JP 9184918 A | 27-03-1997 15-07-1997 |
| EP 0747772 A | 11-12-1996 | DE 19520563 A JP 8328261 A | 12-12-1996 13-12-1996 |
| DE 19637563 A | 19-03-1998 | EP 0834753 A JP 10104423 A | 08-04-1998 24-04-1998 |
| JP 06020912 A | 28-01-1994 | NONE | |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/04212

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G03F7/20 G02B5/30

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G03F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|---|--------------------|
| A | US 4 370 026 A (DUBROEUCQ GEORGES ET AL) 25. Januar 1983 (1983-01-25) Spalte 1, Zeile 10 - Zeile 34 Spalte 2, Zeile 44 - Zeile 55 Spalte 3, Zeile 46 - Spalte 5, Zeile 26 Spalte 6, Zeile 44 - Zeile 50 Abbildungen 2,6 | 1,7 |
| A | EP 0 764 858 A (ZEISS CARL ; ZEISS STIFTUNG (DE)) 26. März 1997 (1997-03-26) Spalte 1, Zeile 3 - Zeile 7 Spalte 4, Zeile 34 - Zeile 49 Spalte 7, Zeile 5 - Zeile 15 Abbildungen 1A,5 | 1,7 |



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

1. September 1999

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

08/09/1999

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Heryet, C

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/04212

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie ^a | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------------------|---|--------------------|
| A | EP 0 747 772 A (ZEISS CARL) 11. Dezember 1996 (1996-12-11) in der Anmeldung erwähnt Spalte 2, Zeile 52 - Spalte 3, Zeile 24 Abbildung 1 --- | 1,7 |
| A | DE 196 37 563 A (ZEISS CARL FA) 19. März 1998 (1998-03-19) Spalte 1, Zeile 3 - Zeile 7 Spalte 2, Zeile 34 - Zeile 46 Abbildung 1 --- | 1,7 |
| A | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 221 (E-1540), 20. April 1994 (1994-04-20) -& JP 06 020912 A (NIKON CORP), 28. Januar 1994 (1994-01-28) Zusammenfassung; Abbildungen ----- | 1,7 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Inter: nales Aktenzeichen

PCT/EP 99/04212

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|---|--|
| US 4370026 A | 25-01-1983 | FR 2465241 A EP 0025397 A JP 56085724 A | 20-03-1981 18-03-1981 13-07-1981 |
| EP 0764858 A | 26-03-1997 | DE 19535392 A JP 9184918 A | 27-03-1997 15-07-1997 |
| EP 0747772 A | 11-12-1996 | DE 19520563 A JP 8328261 A | 12-12-1996 13-12-1996 |
| DE 19637563 A | 19-03-1998 | EP 0834753 A JP 10104423 A | 08-04-1998 24-04-1998 |
| JP 06020912 A | 28-01-1994 | KEINE | |